

**SUPERVISIÓN DEL MANEJO INTEGRADO DEL MOKO (*Ralstonia solanacearum* Raza 2. SMITH) EN LA FINCA BANANERA “EL ANTOJO”,  
APARTADO-ANTIOQUÍA**

**JUAN DANIEL ARÉVALO GÓMEZ**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
MONTERÍA  
2020**

**SUPERVISIÓN DEL MANEJO INTEGRADO DEL MOKO (*Ralstonia solanacearum* Raza 2.SMITH) EN LA FINCA BANANERA EL ANTOJO EN APARTADÓ-ANTIOQUÍA**

**JUAN DANIEL ARÉVALO GÓMEZ**

**Trabajo de grado en la modalidad práctica empresarial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo.**

**ASESOR DOCENTE:  
ANIBAL TREBILCOK PERNA  
IA.Esp.**

**ASESOR EN LA EMPRESA:  
MARIA CAROLINA LOBO I.A**

**PLANTACIONES CHURIDÓ S.A.S**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
MONTERÍA  
2020**

**La responsabilidad ética, legal y científica de las ideas, conceptos y resultados del proyecto serán responsabilidad del autor.**

**Artículo 61, acuerdo No. 093 del 26 de noviembre de 2002 del Consejo Superior de la Universidad de Córdoba.**

Nota de aceptación

---

---

Firma del asesor

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Montería, octubre del 2020

## DEDICATORIA

*A mi madre Luz Danis Gómez Lagares, mi hermana Daniela Alban, a mis abuelos Candelaria Lagares, Antonio Gómez y a mis tías Ledis Acosta, Judith Arroyo, Yudy Arroyo Y Marelbis Arroyo. Por su acompañamiento, motivación y consejos en el transcurso del desarrollo de mi carrera.*

*A la universidad de Córdoba-Colombia y el cuerpo de docentes perteneciente a la facultad de ciencias agrícolas por la disposición y transferencia de sus conocimientos para contribuir a mi formación profesional.*

*A mi docente tutor Aníbal Trebilcok Perna por confiar en mí, y sus buenos consejos.*

*A coordinadores y administradores de las finca El Antojo y especialmente a la ingeniería María Carolina Lobo por su disposición en el desarrollo de mi Práctica Empresarial*

*Compañeros de clase y otras amistades por compartir momentos enriquecedores e inolvidables, en especial a Mary Cantero, Fredy castro, Jorge Díaz, Sara Vásquez, Juan mogollón, Oswaldo Petro Y Thalía Camargo.*

.

## **AGRADECIMIENTOS**

*Principalmente a Dios Por darme la vida y cuidar siempre de mí y de mis familiares.*

*A la Universidad de Córdoba y su facultad de Ciencias Agrícolas por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para emprender mi carrera.*

*Agradezco también a mi asesor docente Aníbal Tribilcok Perna por haberme brindado la oportunidad de recurrir a sus capacidades, experiencias y conocimientos científicos, durante todo el desarrollo de mi trabajo de grado.*

*A la finca El Antojo por haber aceptado que realizara mis prácticas académicas, al administrador, coordinadores, asistente técnico y personal de campo.*

*Agradezco a todos los que fueron mis compañeros de clases durante todos los semestres, ya que gracias al compañerismo, pudimos compartir conocimiento científico, y valores personales que nos ayudarán a crecer profesionalmente.*

**JUAN DANIEL ARÉVALO GÓMEZ**

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	14
2. RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA .....	16
3. OBJETIVOS .....	17
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	17
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
4. REVISIÓN DE LITERATURA .....	18
4.1 CULTIVO DE BANANO .....	18
4.2 GENERALIDADES DE LA ENFERMEDAD DEL MOKO ( <i>R. solanacearum</i> Raza 2) .....	19
4.2.1. Clasificación Taxonómica.....	19
4.2.4. Forma de transmisión e infección de <i>R. solanacearum</i> Raza 2. SMITH al plátano.....	19
4.3 SÍNTOMAS E IDENTIFICACIÓN DE PLANTAS ENFERMAS.....	20
4.3.1 Síntomas externos.....	20
4.3.2 Síntomas internos.....	20
4.4 CUANTIFICACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS E INCIDENCIAS .....	21
5. ACTIVIDADES REALIZADAS .....	24
5.1 LOCALIZACIÓN .....	24
5.2 INDUCCIÓN SOBRE EL MANEJO INTEGRADO DE <i>R. solanacearum</i> Raza 2 .....	24
5.3 IDENTIFICACIÓN DE PLANTAS ENFERMAS.....	24
5.3.1 Síntomas de plantas.....	26
5.3.2 Síntomas externos.....	26
5.3.4 Hoja candela .....	27
5.3.5 puyones.....	28
5.3.6 Racimos .....	28
5.3.7 Síntomas internos.....	29
5.3.8 Pseudotallo.....	29
5.3.9 Cormo.....	30
5.3.10 Hojas .....	31
5.4 Localización de plantas enfermas.....	32

5.5 REESTRUCTURACIÓN DEL PROTOCOLO INTERNO PARA EL MANEJO INTEGRADO DE <i>R. Solanaceraum</i> (MIR).....	32
5.5.1 Desinfección de herramientas .....	33
5.5.2 Cambio de ingrediente activo para desinfección .....	33
5.5.3 Parámetro de encierro de focos de Moko.....	33
5.5.4 Corte de racimos .....	34
5.5.5 Vástagos .....	34
5.5.6 Erradicación de plantas .....	35
5.5.7 Áreas restringidas.....	35
5.5.8 Marcado de áreas.....	35
5.5.9 Control de maleza .....	35
5.5.10 Aplicación de roca fosfórica.....	36
5.6 CAPACITACIONES .....	36
5.7 CUANTIFICACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS E INCIDENCIAS .....	37
5.7.1. Índice de riesgo .....	37
5.7.2 Cuantificación de pérdidas de plantas por lotes .....	37
5.7.3. Cuantificación de unidades productivas totales perdidas .....	38
5.8 ALMACENAMIENTO DE DATOS.....	39
6. CONCLUSIONES.....	41
7. RECOMENDACIONES .....	42
BIBLIOGRAFÍA.....	43
ANEXOS.....	46



## LISTA DE TABLAS

	Pag.
<b>Tabla 1.</b> Cronograma de visitas.....	26
<b>Tabla 2.</b> Focos de contagio por lote/planta.....	37
<b>Tabla 3.</b> Focos de contagio lote/botalón.....	38

## LISTA DE GRAFICAS

	Pag.
<b>Grafica 1.</b> Gráfica contagio focos lote/planta .....	39
<b>Grafica 2.</b> Gráfica para los focos de lotes/botalón.....	39
<b>Grafica 3.</b> Comparación de cajas producidas/posibles ganancias. ....	40

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pag.</b>
<b>Figura 1.</b> Lotes de la finca el antojo.....	255
<b>Figura 2.</b> Atrofiamiento de hoja candela .....	276
<b>Figura 3.</b> Afectaciones en el racimo .....	288
<b>Figura 4.</b> Taponamiento de haces vasculares pseudotallo.....	299
<b>Figura 5.</b> Cormo afectado en los haces vasculares.....	30
<b>Figura 6.</b> Taponamiento de haces vasculares en hojas .....	31
<b>Figura 7.</b> Localización de lotes con focos de Moko .....	322
<b>Figura 8.</b> Zona de encierro recomendadas.....	344

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pag.</b>
<b>Anexo 1.</b> Pediluvios artesanales .....	46
<b>Anexo 2.</b> Plantas inyectadas .....	46
<b>Anexo 3.</b> Marcaciones de los focos.....	46
<b>Anexo 4.</b> Racimos extraídos de los focos .....	46
<b>Anexo 5.</b> Plantas muertas .....	47
<b>Anexo 6.</b> Recolección de Plantas muertas.....	47
<b>Anexo 7.</b> Control de malezas .....	47
<b>Anexo 8.</b> Preparación de herbicida .....	47
<b>Anexo 9.</b> Capacitaciones .....	48
<b>Anexo 10.</b> Constancia de capacitaciones .....	48

## RESUMEN

El cultivo de banano (*Musa* AAA). Para la agricultura colombiana es un eslabón muy importante, debido al gran aporte que suministra a la economía del país. Representando Para el año 2011, este sistema productivo obtuvo ventas por US\$700 millones al año, es decir, el 3% de las exportaciones totales, equivalentes A el 7.67% del PIB agropecuario y el 0,4% PIB general. Por esto es necesario incrementar el rendimiento e implementación de metodologías eficientes para el Control de ciertos patógenos como *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, *Ralstonia solanacearum* raza 2. Smith, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (FOC raza 1 y recientemente FOC raza 4) que se encuentran en el sistema de producción de banano. Por tal razón se realizó monitoreo en la ejecución de actividades relacionadas con el manejo integrado de Moko (*Ralstonia solanacearum* Raza 2) en la empresa PLANTACIONES CHURIDÓ S.A.S en la finca el Antojo, ubicada en Apartadó - Antioquia. Para ello se implementaron estrategias como recorridos diarios para conocer la localización con coordenadas de plantas identificadas con síntomas de la enfermedad, creando así zonas de paso restringidos para evitar la propagación de la enfermedad por los trabajadores, capacitaciones destinada a los operarios sobre la importancia de la prevención de la enfermedad y la cuantificación de la relación daño-perdida de unidades productivas en banano. Con el seguimiento en esta actividad fue posible adquirir el conocimiento del estado actual de la finca lo que permitió realizar comparaciones y/o recomendaciones para la mejora en la eficacia por parte de la administración en el manejo agronómico para el control de la enfermedad.

**Palabras claves:** Cuantificar, *Ralstonia solanacearum*, Capacitaciones, Coordenadas

## ABSTRACT

Banana crop (*Musa* AAA). For Colombian agriculture it is a very important, due to the great contribution it provides to the country's economy. Representing For the year 2011, this production system got sales of US \$ 700 million per year, that is, 3% of total exports, equivalent at 7.67% of agricultural GDP and 0.4% general GDP. It is necessary to increase performance and implement efficient methodologies for Control of certain pathogens such as *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, *Ralstonia solanacearum* race 2. Smith, *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense (FOC race 1 and Recently FOC race 4 found in the banana production system. For this reason, monitoring was carried out in the execution of activities related to the integrated management of Moko (*Ralstonia solanacearum* Raza 2) in the company PLANTACIONES CHURIDÓ S.A.S in the farm “El Antojo”, located in Apartadó – Antioquia. they were implemented strategies such as daily tours were implemented to know the location with coordinates of plants identified with symptoms of the disease, making of that way restricted areas of passage to avoid the spread of the disease by workers, trainings for operators on the importance of preventing disease and the quantification of the damage-loss with the banana production units. In this activity, it was possible to acquire knowledge of the current state of the farm, and of that way could make comparisons and / or recommendations to improve to efficiency of the administration in agronomic management to control the disease

**.Keywords:** Quantify, Disease, Trainings, Coordinates

## 1. INTRODUCCIÓN

Colombia es uno de los países con mayor producción de banano tipo exportación, representando para el año 2011 ventas por US\$700 millones al año, el 3% de las exportaciones totales, el 7.67% del PIB agropecuario y el 0,4% PIB total (Sanclemente-Zea, 2019). En el 2017, los principales departamentos que participaron en la producción fueron: Antioquia con un 70.84%, seguido por Magdalena con 28.05%, y por último la Guajira con un 1.11%, siendo Urabá una sede principal productiva con 37.000 hectáreas cultivadas y una producción de 71 millones de cajas al año. En Antioquia las musáceas representan el 54,88% en producción agrícola, en donde el banano tipo exportación representa un 39,36% (Agronet, 2019).

Los municipios que conforman el eje bananero del Urabá antioqueño y de cuya actividad agrícola dependen los ingresos para esta zona, donde todas las actividades económicas y socio-culturales giran en torno al negocio de producir-exportar banano generando alrededor de 28.000 empleos directos y 84.000 indirectos (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Espinal, Martínez-Covaleda y Peña-Marín, 2005).

El cultivo de banano en Apartadó para el año 2018 tuvo un área de 10.436,7 ha, una producción de 356.990,07 toneladas y un rendimiento de 34,21 t/ha, ocupa el tercer lugar en producción del eje bananero y ratifica su importancia a nivel socio-económico. A pesar de ello, los rendimientos han venido disminuyendo en el transcurso del tiempo (Agronet, 2019).

En los rendimientos del cultivo hay incidencia directa de algunos factores como los edafoclimáticos, plagas y enfermedades; en este último grupo, *Ralstonia solanacearum* Raza 2 (Moko o madura biche) tiene gran representación, se considera como una de las más graves en los cultivos de banano y plátano, debido a la fácil propagación del patógeno y al manejo que se debe dar a la enfermedad, ya que su control es de tipo erradicativo, no curativo (Valencia-Valencia, Álvarez-Cabrera y Castaño-Zapata, 2014).

*R. solanacearum* Raza 2. es una bacteria que puede entrar a la planta a través de heridas que dejan los insectos o animales que pueden causar daños a los tejidos; así mismo, puede ser transmitida por cortes ocasionado por las herramientas en labores de trabajo, este último factor es considerado como una de las grandes fuentes de propagación del Moko, esta enfermedad puede afectar los tejidos vasculares, generando masas bacterianas densamente teñidas en el xilema lo que provoca el empardecimiento e invasión de todos los haces vasculares y finalmente el marchitamiento por la obstrucción mecánica gradual de los vasos del xilema (Hernández, Mariño, Trujillo y Urbina, 2005).

Hernández (2016), señala que en la década de los años 90 fue la de mayor incidencia de Moko en el Urabá, afectando el 85% de las fincas de la región, pero

este valor se redujo a niveles muy cercanos a 0 hacia el año 2000, gracias al programa curativo realizado por las brigadas de erradicación de Moko creadas por Augura. Sin embargo, el manejo de esta enfermedad no ha sido fácil por la gran plasticidad genética de la bacteria, por falta de genotipos de musáceas resistentes a ella, el alto número de arvenses hospedantes del patógeno y su fácil dispersión (Munar-Vivas, Morales-Osorio y Castañeda-Sanchez, 2010).

Adicionalmente *R. solanacearum* Raza 2 persiste en muchos suelos, en diferentes cultivos y bajo diversas condiciones de manejo. La sobrevivencia de la bacteria varía de 2 a 10 años en los suelos de barbecho, mientras que en otros suelos, la población declina rápidamente a pesar de la presencia de cultivos susceptibles (Arenas, López, Álvarez, Llano y Loke, 2004).

Por lo anterior, esta práctica empresarial tiene como objetivo acompañamiento en la ejecución de las actividades relacionadas con el manejo integrado del Moko (*Ralstonia solanacearum* Raza 2 en la finca Antojo en el municipio de Apartadó–Antioquia

## **2. RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA**

Plantaciones Churidó S.A.S. es una empresa colombiana con 20 años de experiencia, dedicada a la producción de banano para la exportación. Fue fundada en el año 1992, inicio con la finca El Antojo y actualmente con la única perteneciente, con una área inicial de 168.87 ha. En el año 2016 se inició la siembra de la nueva área utilizando mejores tecnologías y cuidando del medio ambiente y ecológico del sitio a sembrar, adquiriendo la finca “La Plegaria”, la cual fue vinculada a la razón social Plantaciones Churidó S.A.S., sumando así un área total 207.4 ha, toda esta área está bajo la dirección de un administrador. El producto principal de la empresa es el banano para exportación, el cual lo cultivan, lo empaacan y luego lo entrega palletizado en los embarcaderos, y así es transportado a su destino de exportación. La empresa actualmente cuenta con 160, de los cuales 9 son administrativos y 151 operarios encargados de realizar las labores de campo y empaque. Sus oficinas se encuentran en las ciudades de Medellín y Apartadó, la producción se lleva a cabo en la finca El Antojo ubicada en la zona centro de la región bananera de Urabá, jurisdicción del municipio de Apartadó. Con 168.87 ha las cuales se encuentran en plena producción con ventas al exterior de 355.859 y un ratio promedio de 0,89 durante el año 2019.

Actualmente la empresa cuenta con tres certificaciones internacionales que son: Global-Gap, Fair Trade, y Rainforest, las cuales le permiten tener un amplio mercado internacional y mucha confianza de parte del consumidor final, debido a las características de cada una de ellas. Estas involucran inocuidad del alimento producido, mejoramiento de la parte socio - económica de los operarios, respeto y protección del ecosistema. (Lobo, 2016).



### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Acompañar en la ejecución de las actividades relacionadas con el manejo integrado del Moko (*Ralstonia solanacearum* Raza 2) (MIR) en la finca Antojito en el municipio de Apartadó– Antioquia.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar y realizar recomendaciones técnicas para erradicar plantas enfermas con base al MIR
- Hacer aportes para la reestructuración del protocolo interno del MIR en la finca Antojito
- Cuantificar los daños ocasionados por este patógeno en las plantaciones de la finca Antojito

## 4. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 CULTIVO DE BANANO

La planta de banano (*Musa AAA*) es cultivo anual con explotación perenne de gran tamaño con vainas foliares que forman pseudotallos. Su tallo está formado por pecíolos de hojas curvadas y comprimidas, dispuestas en bandas en espiral que desde el centro van formándose sucesivamente nuevas hojas y al extenderse comprimen hacia el exterior las bases de las hojas más viejas. Al emerger las hojas por la parte superior del tallo, se van desarrollando hasta alcanzar 2 o más metros de largo, 60 centímetros o más de ancho, con una nervadura central que divide la hoja en dos láminas. A los 10 meses después de sembrados los rizomas aparece el botón floral, entre el cilindro de hojas y su largo pedúnculo se arquea completamente. Este botón floral puede estar formado por flores femeninas y masculinas, abortivas, es decir, que no hay fecundación, formándose los frutos por ensanchamiento del ovario. Puede haber hasta 400 o más flores en un botón floral, estando dispuestas en grupos (manos) de 6 a 20, formándose hasta 10 o más grupos por racimo. Al principio las flores están dispuestas hacia abajo y conforme se van desarrollando los frutos se curvan hacia arriba (Anacafé, 2004).

Las flores femeninas son seguidas por un racimo de flores neutras que tienen abortadas sus ovarios y estambres. Las flores neutras son seguidas en sus extremos por flores masculinas que están encerradas en brácteas. Las flores masculinas tienen estambres funcionales aunque ovarios abortados.

Los frutos maduran en un término de 60 a 90 días luego de la aparición de las flores. Cada racimo de frutos consiste en un número variable de pencas a lo largo del tallo central. Cada penca consta de dos filas transversales de frutos.

La calidad del fruto se determina por su tamaño (largo y grosor del dedo), por la uniformidad de maduración, por la ausencia de manchas y defectos, y por la disposición de los racimos. Los estándares de calidad pueden diferir de acuerdo a los distintos mercados (HAIFA, 2013).

Los factores que afectan el crecimiento y producción de las plantas de banano se clasifican de manera general en factores internos (genéticos) y factores externos (ambientales). Los factores internos están relacionados con la variedad utilizada, mientras que los factores externos se relacionan con el clima (luz solar, temperatura y lluvia), agentes bióticos (organismos benéficos y perjudiciales), tipo de suelo y por supuesto la intervención humana que afecta o modifica en cierta medida algunos factores ambientales.

Es importante destacar que el manejo agronómico del productor, mediante implementación de variadas prácticas agrícolas, contribuye a la obtención de rendimientos altos. Las prácticas agrícolas de mayor importancia son la densidad

de siembra, el deshije, el arreglo espacial de plantas en el campo, el control de arvenses, plagas y enfermedades, el riego, el drenaje, y la nutrición (López y Espinosa, 1995).

## **4.2 GENERALIDADES DE LA ENFERMEDAD DEL MOKO (*R. solanacearum* Raza 2)**

### **4.2.1. Clasificación Taxonómica**

La clasificación taxonómica del agente causal del Moko ha sido establecida de la siguiente forma:

Dominio: Bacteria

Phylum: Proteobacteria

Clase: Betaproteobacteria

Orden: Burkholderiales

Familia: Burkholderiaceae

Género: *Ralstonia*

Especie: *Ralstonia solanacearum* raza 2.

Sinonimia: *Burkholderia solanacearum* raza 2 ( Yabuuchi, Kosato, Yano, Hotta y Nishiuchi, 1992); *Pseudomonas solanacearum* (Smith, 1896).

### **4.2.4. Forma de transmisión e infección de *R. solanacearum* Raza 2. SMITH al plátano**

*R. solanacearum* Raza 2 invade el tejido vascular de la planta, a través de las raíces con heridas accidentales o aberturas naturales, originadas por la emergencia de raíces secundarias. Una vez ha ingresado al tejido cortical encuentra un medio óptimo para prolongar su infección, invadiendo no solo el xilema sino las células adyacentes que son el medio transporte de las moléculas de agua hacia otros tejidos (Hernández, et al., 2005)

La presencia de *R. solanacearum* Raza 2 en el suelo se debe a que puede permanecer latente en residuos de cosecha infectados y en la rizósfera de malezas hospedantes (Hayward, 1991).

### 4.3 SÍNTOMAS E IDENTIFICACIÓN DE PLANTAS ENFERMAS

*R. solanacearum* Raza 2 causa diferentes síntomas en las plantas de banano y plátano, los cuales varían según la edad de la planta, medio de transmisión y órgano afectado todos los órganos de la planta, desde las raíces hasta el escapo floral, pueden ser infectados y presentan síntomas internos y externos. Los síntomas varían según la edad de la planta, medio de transmisión y órgano afectado (Álvarez, Pantoja, Gañán y Ceballos, 2015)

#### 4.3.1 Síntomas externos

Se presentan marchitamientos y amarillamiento de plantas, donde las hojas se secan sin desprenderse y los hijos de las plantas enfermas pueden quedar pequeños, y ponerse negros. Se presentan racimos con dedos deformes, algunos racimos se maduran antes de tiempo, además los dedos pueden llegar agrietarse cuando el racimo está muy desarrollado. Primero se seca la bellota, luego el vástago hasta secarse por completo todo el racimo (ICA, 2016).

El síntoma inicia en la hoja central o bandera y avanza hacia las hojas de mayor edad. Las hojas infectadas se marchitan, se doblan y quedan adheridas a la planta. Los hijuelos infectados muestran los mismos síntomas que la planta madre (ICA, 2016).

Las plantas enfermas presentan un marchitamiento gradual en relación a la intensidad de la enfermedad. La marchitez se debe al taponamiento de los haces vasculares del pseudotallo, producto del crecimiento bacteria y acumulación de polisacáridos bacteriales. El patógeno utiliza los vasos conductores para multiplicarse y dispersarse, por lo que, estos se bloquean, dando lugar a los síntomas característicos de amarillamiento y marchitez, semejantes a los que la planta manifiesta por sequía (SENASICA, 2016).

#### 4.3.2 Síntomas internos

Lo que más identifica al Moko son los síntomas internos al partir racimos, dedos, y cepas o rizomas afectados:

**Pseudotallo:** Los haces vasculares del pseudotallo enfermo adquieren una coloración marrón-clara a marrón oscura que corresponde a los haces taponados por sustancias poliméricas extracelulares (Martínez y García, 2003). Los síntomas en plantas sin racimos se caracterizan por presentar los vasos conductores afectados de manera agrupada e inmediatamente al exterior del pseudotallo; (Stover, 1972).

**Cormo:** Los síntomas en cormos infectados se observan al realizar un corte transversal, y consisten en bandas de color marrón o negro que corresponden a los haces vasculares infectados por la bacteria (Martínez y García, 2003).

**Inflorescencia, raquis y frutos:** En inflorescencias, el primer síntoma aparece en las brácteas de las flores masculinas; las cuales se marchitan, ennegrecen, necrosan y no desarrollan, además se observa enrollamiento en su cara superior (Stover, 1972). En el raquis a través de cortes transversales, los síntomas que se observan son puntuaciones de color café oscuro o marrón en la parte central del raquis del racimo. En el caso del fruto, los síntomas se caracterizan por la deformación y pudrición de manos, racimos, causando deformación y pudrición de los frutos. Los cuales ennegrecen, se secan y se desprenden fácilmente, presentando necrosis interna, de color marrón y seco. Los frutos desarrollados, presentan madurez prematura y des uniforme, agrietada y necrótica. La pulpa tiende a podrirse y secarse, presentando una consistencia harinosa e inodora (Hayward y Hartman, 1994).

#### **4.4 CUANTIFICACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS E INCIDENCIAS**

(Castañeda-Sánchez y Espinosa-Orrego, 2005) afirman que el “índice de riesgo de dispersión es una herramienta dentro del manejo integrado de enfermedades que deja tipificar el avance del patógeno en presencia o ausencia de medidas fitosanitarias de control. Este índice corrige los errores que se pueden dar por sobre o subestimación de la incidencia de la enfermedad a nivel de zona o a nivel de finca, lo que puede ser corregido al establecer las relaciones enfermas/área total de finca y lotes infectados/lotes totales. En el caso particular de una finca un incremento en el índice, a pesar de las medidas de control implementadas está indicando que algún factor no fue considerado en las medidas. Un índice de riesgo de dispersión del agente causal, el cual es estimado con base en el producto de las relaciones entre el área infectada y área total y entre los lotes infectados y lotes totales.

Según Munar-Vivas et al. (2010), esto es:

$$RI = (Ai/At) * (Li/Lt)$$

Donde:

- Ai: área infestada
- At: área total
- Li: lotes infestados
- Lt: total de lotes.

Lo que se busca es estimación con la probabilidad que tienen las unidades de producción que se encuentran sanas en una finca bananera de ser infectada

#### **4.5 Tipo de labores de manejo de (*R.solanacearum* Raza 2)**

##### **Manejo preventivo:**

##### **Material de siembra sano**

Esta medida ha sido tradicionalmente una de las más efectivas en el manejo, ya que se garantiza la sanidad del material producido. Esta práctica involucra el uso de un sistema de cámara térmica implementado por el CIAT y la Federación Nacional de Plataneros (Fedeplátano) de Colombia—para la brotación múltiple, en el cual la termoterapia estimula el rápido crecimiento de semilla Limpia. El sistema de cámara térmica permite el control automatizado y constante de variables climáticas, como temperatura y humedad relativa. La utilización del material producido permite beneficiar a pequeños y medianos productores, y asociaciones de agricultores para el acceso a semilla de alta calidad y bajo costo (Álvarez, Pantoja, Gañán y Ceballos, 2013).

##### **Desinfección de herramientas, calzado y llantas de vehículos:**

Se deben desinfestar las herramientas, como deshojadoras, palines, machetes, etc., con un bactericida (hipoclorito de sodio al 2.5%), asperjando las herramientas al hacer las labores en cada planta. Aparte, se colocan pocetas en la entrada de la finca y los diferentes lotes, en las cuales se deposita una solución de hipoclorito para la desinfestación del calzado de los trabajadores al entrar y salir. Para las llantas de vehículo, se construye una poceta a la entrada de la finca, y en ella se vierte una solución de hipoclorito de sodio, en la misma concentración. (Álvarez et al. 2013).

##### **Erradicación de plantas enfermas:**

Si la enfermedad está en la plantación, se deben implementar las siguientes medidas: (1) encerrar las plantas enfermas y las cinco más cercanas a su alrededor; (2) erradicar dichas plantas, inyectándoles 50 mL de una dilución del 20% de glifosato en el pseudotallo, haciendo cuatro punciones de 5 mL cada una. (Álvarez et al. 2013).

### Manejo alternativo:

Álvarez, Grajales, Villegas y Loke (2002) sugirieron, como una alternativa promisorio, la utilización del lixiviado de compost, mediante la descomposición de residuos orgánicos en productos benéficos, para el enriquecimiento de los microorganismos benéficos y la prevención de enfermedades; también dichos lixiviados mejoran la fertilidad del suelo y la nutrición de las plantas (SP-IPM, 2008).

Arenas et al. 2004) determinaron que la incorporación de flor de muerto (*Tagetes patula*) al suelo redujo la población bacteriana de *R. solanacearum* Raza 2 en 84.7%. Asimismo, se lograron reducciones significativas de la bacteria patógena en el suelo con la aplicación de otras fuentes, como el 58.2% de control con fertilizante líquido (compuesto por nitrógeno total 2.7%, fósforo 1.7%, potasio 5%, ácidos fúlvicos 12% y húmicos 5%); el 50.8% con incorporación de calfos y 31.6% con el lixiviado de compost de raquis de plátano

El lixiviado de plátano está compuesto por una mezcla de sustancias no húmicas (azúcar, aminoácidos, polisacáridos, proteínas) y húmicas, que son mezclas de distintos complejos macromoleculares, e involucra la acción de los microorganismos encargados de realizar la descomposición microbiana (Arenas et al., 2004). Su efecto de inhibición sobre los fitopatógenos estudiados, como *Mycosphaerella fijiensis*, *R. solanacearum* Raza 2 y *Sphaerotheca pannosa*, es atribuido a la acción conjunta de compuestos bioquímicos con efecto antimicrobiano, como ácidos fenólicos, saponinas, aceites esenciales, naftoquinonas y terpenoides, principalmente (Mainer, 2009)

Estas alternativas se han establecido debido a que el manejo químico puede llegar a generar problemas ambientales y en la salud humana, y a que prácticas como la rotación de cultivos no han sido completamente exitosas para el manejo de la enfermedad del Moko, y a la capacidad que tiene la bacteria de sobrevivir durante años en la materia orgánica, en el suelo o en hospedantes alternos.

El uso de estos productos alternativos sustituyó el empleo de formol (formaldehído), un producto altamente tóxico que era empleado por los agricultores en sus fincas.

#### Diversificación biológica del suelo

Con la fertilización orgánica, el uso de lixiviados y la reducción de las aplicaciones de herbicidas para el control de arvenses, se ha observado un efecto positivo sobre la biodiversidad del suelo, lo cual se demuestra por el aumento en la población de micorrizas nativas, cantidad de lombrices y de nematodos benéficos (Chagüezá-Villareal, 2011), factores considerados importantes como indicadores en la determinación de la sanidad del suelo.

Es de resaltar que la diversidad biológica genera, además, un mejoramiento de las propiedades químicas del suelo (especialmente materia orgánica y disponibilidad

de nutrimentos) y físicas (principalmente estructura, porosidad y retención de humedad), con lo cual se mejora también la nutrición del cultivo (Fernández-Larrea, 2001)

### **Uso de variedades tolerantes al Moko:**

En el CIAT, se hicieron pruebas de infección para Moko, empleando cepas patogénicas representativas de la diversidad genética de *R. solanacearum* en Colombia (Gómez, Álvarez y Llano, 2006). Estas fueron inoculadas en 34 variedades de plátano y banano en condiciones de invernadero, lo que permitió seleccionar seis variedades de plátano (Pelipita, Saba, Fougamou, Maritú, Pisang Ceylan y FHIA-21) y cuatro de banano (FHIA-17, FHIA-01, Sedita y Yangambi km5), por su respuesta de resistencia al Moko, y con potencial de uso para el mercado en fresco.

Posteriormente, se seleccionaron dos variedades de plátano para establecer un ensayo piloto, que actualmente se está evaluando en tres fincas de la principal región platanera de Colombia (Zona Cafetera central: Quindío), en focos donde el Moko ha devastado la variedad Dominico Hartón (*Musa* AAB) (altamente susceptible al Moko).

## **5. ACTIVIDADES REALIZADAS**

### **5.1 LOCALIZACIÓN**

La práctica empresarial se realizó en la empresa Plantaciones Churidó S.A.S ubicada en las coordenadas geográficas 7° 52' 20,8" N, 76° 41' 43,9" W; en el municipio de Apartadó-Antioquia, vía corregimiento Churidó, a una distancia de 4 km de la zona urbana del corregimiento, a 7 km de la intersección con la vía Apartadó-Carepa.

### **5.2 INDUCCIÓN SOBRE EL MANEJO INTEGRADO DE *R. solanacearum* Raza 2**

La inducción tuvo una duración de dos semana, como primera instancia se estudió el manual de la empresa, y los procedimientos concertados por la misma, luego se realizó un recorrido por todas las secciones de la finca en la cual los encargados mostraron su interés compartiendo su experiencia con el control de (*R. solanacearum* Raza 2., y su nueva idea en incorporar otras estrategias para concientizar a los operarios de la empresa.

### **5.3 IDENTIFICACIÓN DE PLANTAS ENFERMAS**



Para identificar las plantas que se encuentran enfermas se realizó recorridos semanales para examinar si habían unidades productivas con sintomatología externa y interna ya que la bacteria afecta la apariencia física; por ende se observaba con mucho cuidado si había necrosamiento de la hoja candela en plantas adultas, puyones, y racimos con fruta madura estando en etapa joven seguidamente se revisa la parte interna por si hay afectaciones en los haces vasculares por tal razón con lleva a realizar pequeñas cirugías para estar seguro de la identificación de *R.solanacearum* Raza 2. Este procesos se realizó por todos los lotes que conforman la finca el antojo las cuales están conformadas por tres secciones A, B Y C.

**Figura 1.** Lotes de la finca el antojo



**Fuente:** Sioma, 2020

- sección A se encuentra representada por los lotes ( 1-18)
- sección B se encuentra representada por los lotes (18-25)
- Sección C se encuentra representada por los lotes (26-36)

**Tabla 1.** Cronograma de visitas

<b>Día</b>	<b>Lunes y</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>
<b>Jornada</b>	<b>Martes</b>			
<b>Mañana-Tarde</b>	<b>Sección A</b>	<b>Sección B</b>	<b>Sección C</b>	<b>Digitalización de datos y/o presentación</b>

Cabe resaltar que cada recorrido semanal estuvo acompañado por el coordinador de cada sección, donde se le comunicaba e indicaba que labor hacía falta realizar para lograr la eficacia de la mismas. Se dejaba una constancia resaltado lo positivo del seguimiento y el esfuerzo de trabajo en los botalones que se encontraban con la bacteria, pero también se dejaba plasmado en la constancia lo que se tenía que mejorar.

Para evitar cualquier excusa por no haber cumplido con lo antes comunicado se le colocaba afirmar dicha constancia, el asistente técnico, coordinador y mi persona como practicante encargado del seguimiento del control del Moko en la finca.

### **5.3.1 Síntomas de plantas**

En las observaciones que se realizaron en los distintos lotes se encontró que la enfermedad estaba mostrando síntomas externos como hoja candela necrosada, puyones con hojas flácidas de color amarillo, racimos con fruta agrietada o maduros en edad temprana, lo cuales era evidentes en algunas plantas por su apariencia física, pero también se evidenció plantas que la única forma de estar seguro que estábamos tratando con la bacteria tocaba realizar pequeñas cirugías a la unidad productiva para examinar los haces vasculares para la verificación de síntomas internos

### **5.3.2 Síntomas externos**

Están comprendidos por las partes que conforman la planta de banano las cuales son indicadoras por sus procesos de necrosamiento o por maduración a temprana edad por la bacteria *R. solanacearum* Raza 2. Estos órganos que se pueden ver afectados son:

#### 5.3.4 Hoja candela

En las revisiones realizadas fueron el mayor caso encontrado como órgano foliar afectado en la planta ya que este es un indicativo tardío que nos puede asegurar la infección por *R. solanacearum* Raza 2. En el cultivo. Este caso se encontró en las plantas adultas, las cuales tenían completamente necrosadas la hoja candela o atrofiadas y las demás hojas que conforman la planta estaban flácidas lo que quiere indicar que hubo taponamiento en los haces vasculares del en el eje central lo cual impide el transporte o paso de nutrientes en la unidad productiva; por tal razón tuvieron que ser erradicadas para evitar mayor contagio en las plantas que se encuentran alrededor

**Figura 2.** Atrofiamiento de hoja candela



**Fuente:**Propia

### 5.3.5 puyones

Tiene como características de forma de detención de la enfermedad a través de la hoja candela o cigarro la cual se torna a una coloración amarilla, estas se puede evidenciar en los puyones los cuales se encontraban afectados por la bacteria *R. solanacearum* Raza 2.; cabe destacar que fueron muy pocos los casos de puyones que tuvieron este indicativo, cuando en un puyón la hoja tiene esta coloración y se queda enana lo más seguro es que en su sistema se encuentre la bacteria la cual no lo deja crecer por que no hay posibilidad para el paso de nutrientes.

### 5.3.6 Racimos

*R. solanacearum* Raza 2. es muy conocida por su apodo denominado madura biche; en la finca se pudo comprobar su apodo por racimos que se encontraron maduro a una edad fenológica imposible, e incluso los dedos de los racimos tienden a agrietarse en un estado de “biches”, una manera de identificar los síntomas externo es cuando un racimo tenga más de 2 dedos abiertos por la mitad eso nos puede llevar a que ese racimo no pueda ser procesado por que tiene Moko, por la deformación y pudrición de manos en el racimos, teniendo como consecuencia una necrosis interna de color marrón y seca, por el corte que se realiza al vástago al momento de cosechar se puede observar taponamiento de los haces vasculares.

**Figura 3.** Afectaciones en el racimo



**Fuente:** Propia

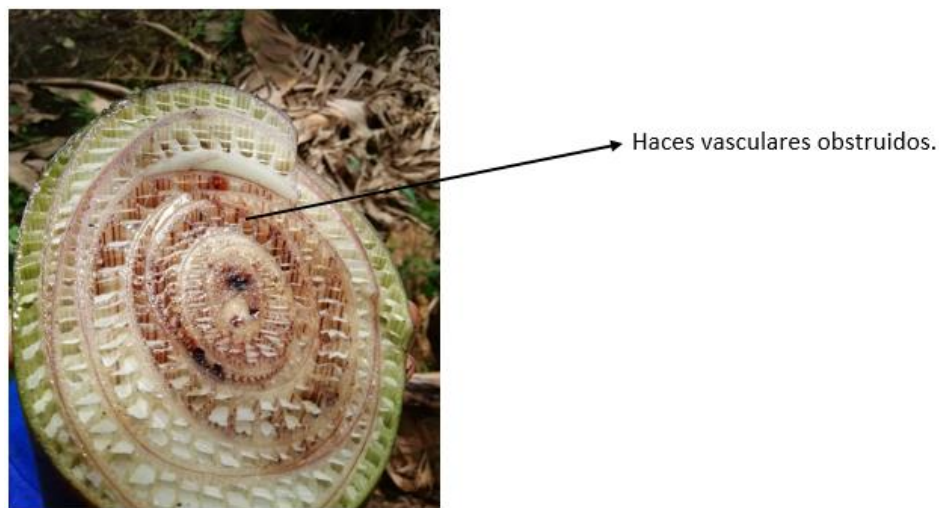
### 5.3.7 Síntomas internos

Son los daños que se pueden observar en el sistema interno de la planta la cual no tiene una edad fenológica para mostrar evidencia de su daño, lo podemos encontrar en plantas adultas, puyones e incluso en cualquier órgano que conforma la planta. Esto se realizó en los siguientes órganos debido a la confusión que se pudo encontrar por la apariencia física de la planta

### 5.3.8 Pseudotallo

Las afectaciones por la bacteria *R. solanacearum* Raza 2. Que se encontraron en la finca en los pseudotallos pudieron haber sido propagados por el desmachador, en estas revisiones el asistente técnico tomo un machete y realizo un corte casi transversal en el pseudotallo sin cortar el eje central, para observar si había taponamiento de los haces vasculares los cuales tienen un color marrón-oscuro.

**Figura 4.** Taponamiento de haces vasculares pseudotallo



**Fuente:** Propia

### 5.3.9 Cormo

En estas observaciones se pudo evidenciar la erradicación de puyones con haces vasculares taponeados por la bacteria debido a que el proceso de infección de la planta el origen fue desde el suelo, el cual afecta directamente al puyón porque aun el cormo depende de su madre y lo más seguro es que también tenga la bacteria afectando sus haces vasculares por eso se hace el proceso de corte a uno de los puyones que se encuentran alrededor para descartar una posible infección. ¿

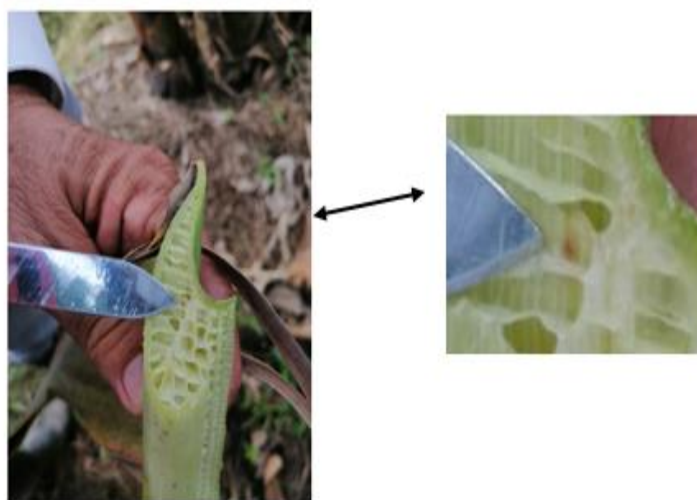


**Figura 5.** Cormo afectado en los haces vasculares **Fuente:** Propia

### 5.3.10 Hojas

Una de las infecciones más recurrentes y que su sistema de contagio es poco más lento es ocasionada por la hoz del deshojador, cuando el trabajador realiza su labor planta a planta y no realiza desinfección de su herramienta tienen como consecuencia que se propaga la enfermedad. El órgano de las hojas con afectaciones de taponamiento de haces vasculares lo que indica que la enfermedad tuvo un origen desde la parte alta de la planta, y que a simple vista no se considera afectada por *R. solanacearum* Raza 2. y si se realiza cirugía en el pseudotallo no se encontrará los haces vasculares taponeados.

**Figura 6.** Taponamiento de haces vasculares en hojas



**Fuente:** Propia



## 5.4 Localización de plantas enfermas

Con ayuda de un GPS en los recorridos realizados lote a lote, botalón a botalón se cuantifico las plantas alas cuales se iban a someter al manejo integrado, para poder reducir los daños de la bacteria, con estas localizaciones se pudo lograr un tratamiento específico.

**Figura 7. Localización de lotes con focos de Moko**

lotes	coordenadas	LOTE	COORDENADAS	LOTE	COORDENADAS						
6	N 0,7° 52' 14,1" W 0,76° 41' 55,2"	7	N 0,7° 52' 14,4" W 0,76° 41' 54,2"	13	N 0,7° 52' 6,0" W 0,76° 41' 31,0"		N 0,7° 52' 00,28" W 0,76° 41' 43,1"	24	N 0,7° 52' 54,4" W 0,76° 43' 0,52"	32	N 0,7° 58' 32,1" W 0,76° 67' 0,38"
							N 0,7° 52' 00,26" W 0,76° 41' 42,9"	29	N 0,7° 55' 42,4" W 0,76° 67' 0,31"		N 0,7° 58' 32,1" W 0,76° 67' 0,38"
	N 0,7° 52' 13,7" W 0,76° 41' 55,0"	12	N 0,7° 52' 36,2" W 0,76° 41' 33,0"		N 0,7° 52' 28,2" W 0,76° 41' 31,0"	23	N 0,7° 51' 55,8" W 0,76° 41' 59,4"		N 0,7° 55' 42,1" W 0,76° 67' 0,52"		
	N 0,7° 52' 14,7" W 0,76° 41' 55,3"		N 0,7° 52' 33,5" W 0,76° 41' 33,8"		N 0,7° 52' 29,4" W 0,76° 41' 30,6"		N 0,7° 51' 55,8" W 0,76° 42' 00,2"	30	N 0,7° 56' 43,1" W 0,76° 67' 0,38"		
	N 0,7° 52' 15,22" W 0,76° 41' 55,1"		N 0,7° 52' 32,0" W 0,76° 41' 33,3"		N 0,7° 52' 30,9" W 0,76° 41' 30,4"		N 0,7° 51' 55,7" W 0,76° 42' 01,5"		N 0,7° 56' 43,1" W 0,76° 67' 0,40"		
	N 0,7° 52' 16,2" W 0,76° 41' 54,9"		N 0,7° 52' 31,6" W 0,76° 41' 34,5"		N 0,7° 52' 33,4" W 0,76° 41' 30,11"		N 0,75° 51' 55,7" W 0,76° 42' 01,7"		N 0,7° 56' 43,1" W 0,76° 67' 0,43"		
	N 0,7° 52' 16,8" W 0,76° 41' 55,3"		N 0,7° 52' 28,9" W 0,76° 41' 34,5"	14	N 0,7° 52' 34,4" W 0,76° 41' 29,9"		N 0,7° 51' 56,4" W 0,76° 42' 0,34"		N 0,7° 56' 43,1" W 0,76° 67' 0,44"		
	N 0,7° 52' 17,1" W 0,76° 41' 55"		N 0,7° 52' 27,7" W 0,76° 41' 34,0"	21	N 0,7° 50' 02,3" W 0,76° 41' 42,3"		N 0,7° 51' 55,7" W 0,76° 42' 04,0"		N 0,7° 56' 43,1" W 0,76° 67' 0,46"		
					N 0,7° 50' 02,8" W 0,76° 41' 41,9"				N 0,7° 56' 43,1" W 0,76° 67' 0,48"		
				22	N 0,7° 52' 00,3" W 0,76° 41' 43,6"		N 0,7° 51' 55,4" W 0,76° 42' 0,70"		N 0,7° 56' 43,1" W 0,76° 67' 0,49"		

**Fuente:** Propia

Cabe resaltar que en la finca hay lotes donde los focos encontrados son botalones enteros debido a que en un los botalones del lote se encontraron 3 o más plantas seguidas contagiadas con *R. solanacearum* Raza 2. y su detección fue tardía lo que indica que es probable que varias plantas se encuentren afectadas por ende se toma todo el botalón infectado por la bacteria.

## 5.5 REESTRUCTURACIÓN DEL PROTOCOLO INTERNO PARA EL MANEJO INTEGRADO DE *R. Solanaceraum* (MIR)

En la finca El Antojo, se realizó el trabajo que consistió en reestructurar el protocolo que se tenía para el manejo de la bacteria *R. solanacearum* Raza 2, debido a que los coordinadores, al igual que los operarios no cumplían con los parámetros propuestos por el ICA a las fincas dedicadas a la exportación de banano; por consiguiente, se realizó un énfasis en los siguientes aspectos:



### **5.5.1 Desinfección de herramientas**

En la finca el antojo se manejan operarios que su salario depende de su labor realizada, como lo son el desmachador, deshojador, embolsador y amarrador, se colocó prioridad a este personal ya que el sueldo depende del recorrido que realicen. Se encontró que estos trabajadores no hacían el proceso de desinfección para realizar su trabajo por ende se les notifico acerca de lo importante que era trabajar con desinfección de sus herramientas en los lotes que se encontraban con focos de Moko, hasta que llegara el personal a cargo. Para esto se realizó su debida advertencia y que sino realizaban lo notificado estarían incurriendo a una falta de compromiso y como consecuencia que podían llegar a descargo por violar el protocolo en curso.

### **5.5.2 Cambio de ingrediente activo para desinfección**

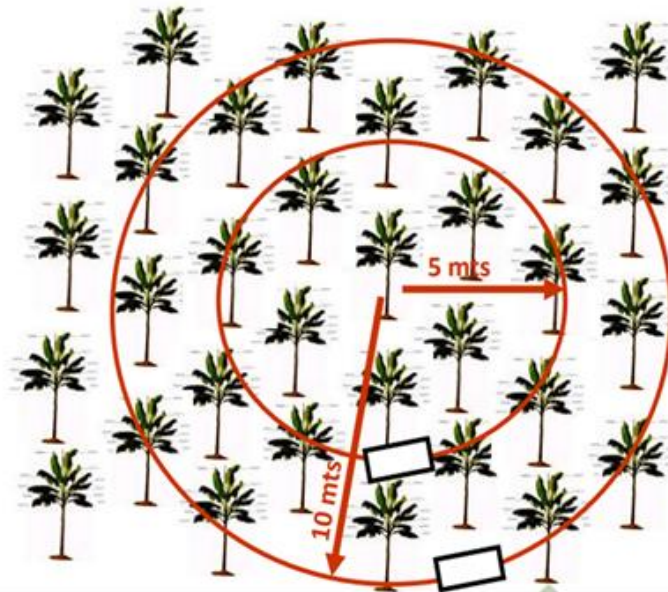
En la utilización de ingrediente activo de desinfección se realizó un cambio debido a que en la finca utilizaba productos AMWAY los cuales son suministrados por los dueños; que venden los productos antes mencionados, los cuales tiene como ingrediente activo “amonio cuaternario”. La finca evidencio que cuando se mandaba hacer la desinfección de herramientas a finales del año 2019 aumento el número de focos, por tal razón se decidió cambiar este ingrediente activo por hipoclorito de sodio al 15%, y se notó una gran reducción de la propagación de la enfermedad lo que quiere decir que el hipoclorito utilizado a un porcentaje alto como es el 15% esterilizo las herramientas de trabajo completamente.

### **5.5.3 Parámetro de encierro de focos de Moko**

En el encierro de las plantas identificadas con Moko los operarios anteriormente las marcaban con una cinta y el coordinador erradica nada más la planta contagiada, no tomaban las medidas pertinentes recomendadas por ICA, por ende, se decidió tomar severidad de este caso donde los trabajadores observaran una planta con síntomas extraños la encerraran con cabuya o nylon para que el asistente técnico y mi persona realicemos la verificación si en verdad era *R. solanacearum* Raza 2. Si llega a comprobar que hay contagio se hace el encierro de una zona de 5 metros a la redonda donde estas unidades productivas serán erradicadas y será llamada zona de peligro la zona eliminada la cual se someterá a cuarentena y otros 5 metros a la redonda para una zona de precaución donde se llevara vigilancia si hay nuevo contagio. Si se llegase a haber más de 3 plantas en diferente lugar contagiadas en

un mismo botalón la finca tomó decisión de eliminar por completo todas las plantas que conforman el botalón.

**Figura 8.** Zona de encierro recomendadas



Fuente: ICA, 2016

#### 5.5.4 Corte de racimos

Las áreas que se encuentran en encierro por lo recomendado por el ICA se tomó el proceso de cortar los racimos de las plantas en producción por un grupo operarios específico de la finca para las labores de Moko, estos racimos son llevado a un botalón de la finca que se encuentra vacío y son picados.

En las zonas que no hay Moko las cuadrillas que se encuentran en campo, tienen la obligación de observar el corte en los racimos porque se pueden encontrar racimos con apariencia física en buen estado pero su vástago se encuentra infectado, y si no se realiza el proceso de desinfección de la herramienta puede estar propagando la bacteria.

#### 5.5.5 Vástagos

Esta operación no se tenía en cuenta en la finca el antojo ya que los vástagos se podían botar en cualquier botalón y le aplicaban cal para descomposición, ahora que se realizó la reestructuración de manejo para *Ralstonia* se utilizó un botalón vacío para que todos los vástagos de la finca se arrojados en ese lugar, y este botalón seleccionado será tratado como un foco de Moko el cual recibirá el mismo control que las plantas enfermas.

### **5.5.6 Erradicación de plantas**

La erradicación de plantas se realizó con proceso de inyección, se les suministraba a dos trabajadores por secciones. Estos se inyectaban en varios puntos del pseudotallo a las plantas que se encuentran enfermas, este control erradicativo se realizaba con glifosato para plantas adultas (unidades productivas) 50cc y para puyones 5cc de dosis. Cuando se realizó estas aplicaciones a los focos y botalones por completos causó un impacto visual en los operarios debido a la cantidad de plantas que se estaban perdiendo por prevención-consecuencia del patógeno.

### **5.5.7 Áreas restringidas**

Una vez inyectadas las plantas se realizó el encierre de los focos con la distancia proporcionada por el ICA. Esto lo hicimos con cintas llamativas “NO PASE PELIGRO” para evitar la entrada de los operarios, para esto se dejó una persona a cargo de la vigilancia y permanencia de las áreas encerradas, con la finalidad de respetar la cuarentena del terreno. Se construyeron Lavapiés artesanales los cuales tenían como ingrediente activo hipoclorito 15% en las entradas de los lotes afectados, cabe aclarar que había una sola entrada y salida en estos botalones, esto se debe a que así podemos evitar que los operarios tengan acceso de entrada y salida por cualquier parte del botalón y no se desinfeste el calzado. El cambio de agua con hipoclorito se realizaba diario.

### **5.5.8 Marcado de áreas**

Para distinguir las áreas que se encuentran afectadas se realizó rótulos; estos indicaban la semana en que se comenzó a tratar, y el lote. Con la finalidad de poder saber cuándo se cumplen los 6 meses de cuarentena que tienen que estar en aislamiento estas áreas asechadas por la bacteria *R. solanacearum* Raza 2.

### **5.5.9 Control de maleza**

Semanalmente se realizaba control químico en las áreas que se encuentran en cuarentena debido a que las malezas son hospederas de *R. solanacearum* Raza 2. En este proceso se realizó dedicación constante, porque se puede aprovechar la acción que ejerce el sol en calentar el suelo ya que si no le dejamos cobertura no se encuentra humedad para que la bacteria guarde reposo y permanezca latente. Para esto se realizaba aplicaciones con glifosato con personal seleccionado que tenían acceso a estas zonas infectadas por *R. solanacearum* Raza 2.

### 5.5.10 Aplicación de roca fosfórica

Para aplicar roca fosfórica, primero se realizó hércules en estas áreas con Moko ya que es una estrategia que se manejan en las fincas bananeras para revolver el suelo, una vez aplicado el hércules se da paso para la aplicación de la roca fosfórica con la finalidad de que el producto tenga una mayor eficiencia.

## 5.6 CAPACITACIONES

Una de las estrategias que se realizó en la finca el antojo fue infórmale todos los operarios que conforman la finca eso incluye a los de empacadoras alas cuales se les brindo la capacitación llamada “prevención y métodos de control contra *R. solanacearum* en la finca antojo” debido a que el impacto visual causado por la erradicación y del manejo integrado que le estábamos brindando a la finca desbordo un clima de preocupación por parte de los trabajadores. Pero para poder recibir dicha capacitación se buscaron estrategias de aprendizaje para que la información brindada fue clara por la parte técnica y también se tuvieron en cuenta protocolos de bioseguridad por virus Covid19 para el distanciamiento los cuales tuvieron los siguientes lineamientos y estrategias.

- Reunir a los trabajadores por grupo de labores (deshojadores, desmachadores, embolsadores, amarradores, etc.).
- Grupos máximo de 20 personas por protocolos de bioseguridad de personal respetando el distanciamiento social.
- Lugar para la capacitación teórica debe ser amplio y cómodo y se hará en la empresa.
- Mostar videos e imágenes explícitas sobre la enfermedad, aclarando en el mismo, las dudas que surjan.
- Interactuar con el personal que recibe la capacitación mediante talleres y preguntas.
- Actualizar la información sobre la presencia de la enfermedad y crear en los trabajadores el sentido de pertenencia hacia la empresa y de su integridad manejando los utensilios de prevención de virus haciendo uso del tapabocas y desinfección constante de manos.

Con todos los lineamientos descritos anteriormente se busca dar a entender que los operarios que se encuentran en campo son una de las causas de mayor propagación de Moko debido a que ello a diarios están haciendo sus recorridos planta a planta, por tal razón por cada grupo que recibió la capacitación se les coloco a firmar una constancia de que la información fue recibida y que si se llegara incumplir podía general consecuencia de despido por no cumplir los lineamientos del control del Moko.

## 5.7 CUANTIFICACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS E INCIDENCIAS

Se realizó la cuantificación de la enfermedad en el área de la finca con ayuda del GPS, realizando un conteo de pérdidas en área y consecutivamente en productividad. Para calcular las pérdidas económicas se harán relaciones entre áreas afectadas, plantas erradicadas, y precio actual del dólar. Así mismo, se establecerán índices de riesgo (RI) como estrategia para verificar la incidencia que tiene la enfermedad en la finca el antiojo la cual se demostró de la siguiente manera:

### 5.7.1. Índice de riesgo

El índice de riesgo se basa en una fórmula que mide las siguientes variables:

•Ai: área infestada •At: área total •Li: lotes infestados •Lt: total de lotes

$$RI = (Ai/At) * (Li/Lt)$$

$$RI = (2,43H/171.9) * (13/36)$$

$$RI = 0,0051$$

El RI es una herramienta que puede ayudar a los agricultores a tomar medidas rápidas de acción en el caso de la finca antiojo tener un porcentaje 0.005 es un indicativo de que índice de riesgo es menor porque está muy lejos del 1. Lo que indica que el manejo en transcurso de los 6 meses ha sido de efectivo y no se ha encontrado avance de la enfermedad.

### 5.7.2 Cuantificación de pérdidas de plantas por lotes

Para cuantificación de plantas se realizó proceso de división en 2 partes determinar los focos de Moko; la cual consiste en contar lotes que tienen una lote/planta contagiada y lote/ botalones (que tiene todas sus plantas erradicadas) así poder conocer el área (ha) sometida a tratamiento.

**Tabla 2.** Focos de contagio por lote/planta

lotes	focos	lotes	focos
6	3	23	7
7	1	24	1
12	1	29	2
13	3	30	9
14	2	32	2
21	2	TOTAL	36
22	3		

LOTE	BOTALON
6	4
12	5
13	2
23	1
32	1
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>

**Tabla 3.** Focos de contagio lote/botalón

Con lo anterior descrito podemos cuantificar el área que tenemos perdidos que se han encontrado durante el muestreo en la finca el antojo:

**1 botalón= 0.18 ha \* 13= 2.34 ha de plantas de unidad productiva**

**36 focos \*25m<sup>2</sup>= 900 m<sup>2</sup>= 0,09 ha de plantas de unidad productiva**

**2.34 ha + 0,09 ha = 2,43 ha**

Entonces esto quiere decir que la finca estaría perdiendo un porcentaje de producción del:

171.9 ↔ 100%

2,43 ↔ x

**X= 1,41%** ha en unidades productivas, por ende la finca el antojo no debe contar el 100% de su producción durante toda la recuperación de las zonas que se encuentran contagiadas por *R. solanacearum*.

### **5.7.3. Cuantificación de unidades productivas totales perdidas**

**1 foco= 13 plantas\*36 focos= 468 unidades productiva**

**1 botalón= 0.18 ha\*13=2,34\*1700 plantas=3,978 unidades productivas**

Ahora procedemos a convertir esas unidades productivas a caja multiplicándola por el ratio que se maneja en la finca.

**3,978+468= 4,446\*0.89 ratio=3,957 cajas**

Para poder realizar un estimativo de cuánto dinero se dejara de producir por las pérdidas de unidades productivas realizamos lo siguiente:

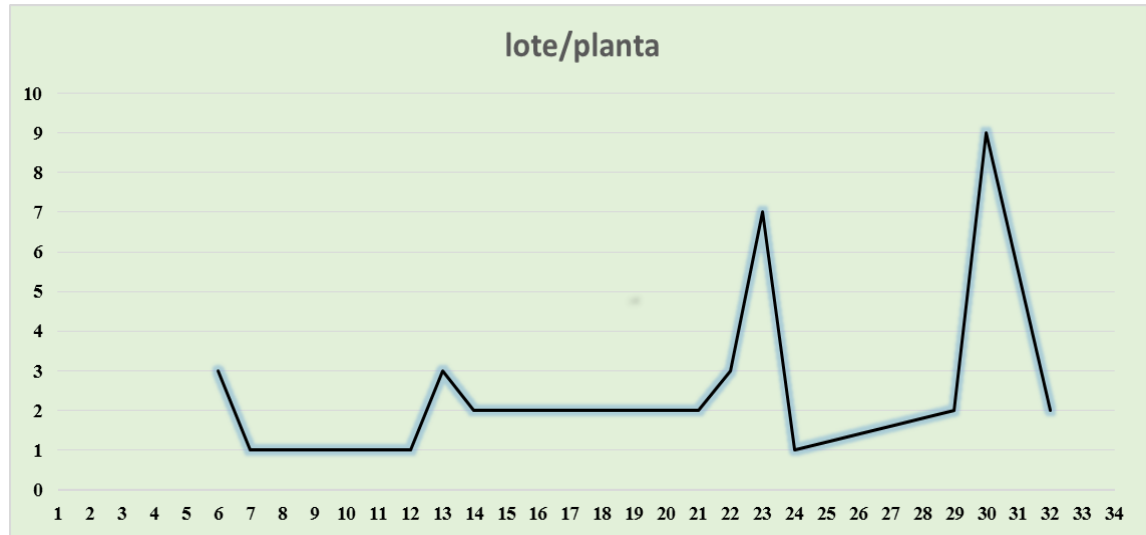
**3,957 cajas\* 32,000= \$126.624.000**

Lo que quiere decir que eso son los ingresos que no se pueden llegar a producir por el grado de incidencia que tiene la bacteria *R. solanacearum* Raza 2 en la finca el antojo.

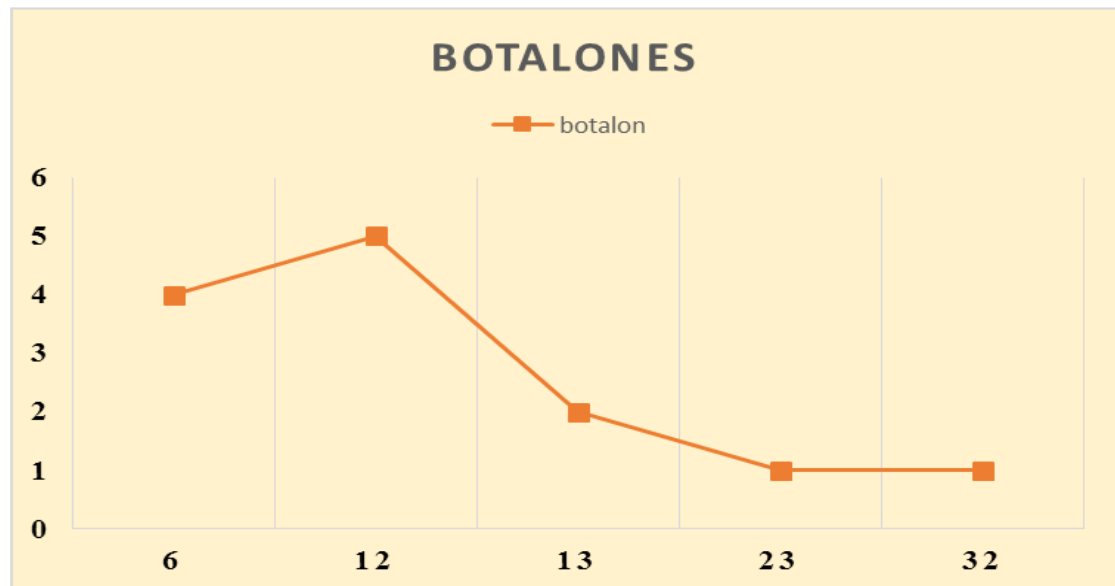
## 5.8 ALMACENAMIENTO DE DATOS.

Los datos obtenidos mediante las evaluaciones realizadas semanalmente en campo fueron transcritos y almacenados en un computador portátil, para facilitar la estructuración del informe integro de pérdidas de plantas, cajas y dinero.

**Grafica 1.** Gráfica contagio focos lote/planta **Fuente:** Propia

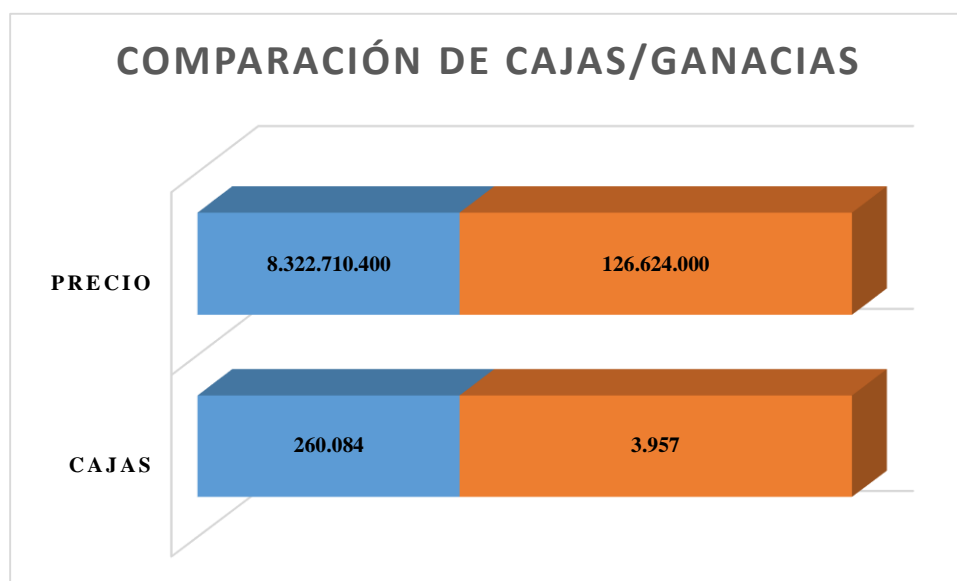


**Grafica 1.** Gráfica para los focos de lotes/botalón



**Fuente:** Propia

**Grafica 2.** Comparación de cajas producidas/posibles ganancias.



**Fuente:** Propia

Con estas graficas obtenidas de las evaluaciones semanales y presentadas al grupo administrativo de la empresa se mostró la situación que tiene la finca y del control que se debe tener de forma severa para evitar más pérdidas a futuro.



## 6. CONCLUSIONES

- Se logró hacer el monitoreo del estado actual de la finca a través de la cuantificación de plantas que se encuentran contagiadas por *R. solanacearum* Raza 2 para realizar el control pertinente durante la cuarentena buscando como resultado que el suelo vuelva ser apto para siembra
- En el transcurso de mi estado de pasante evidencie el cambio de mentalidad que tuvieron los operarios teniendo como lo es el sentido de pertenencia con las labores que realizan a diario esto se logró gracias a las capacitaciones brindadas.
- Con la nueva reestructuración del manejo de *R. solanacearum* Raza 2 se observó que la enfermedad dejó de propagarse en los 6 meses que estuve como pasante en la finca el antiojo. Esto es el resultado de un seguimiento sigiloso que se realizaba semanalmente con las visitas en las diferentes secciones que conforman la finca.
- La pasantía permitió mostrar que podemos ser visionarios, extensionistas y lograr transferir conocimientos al personal que se maneja en una empresa agrícola, utilizando un lenguaje claro y conciso, permitiendo retroalimentar los conocimientos adquiridos

## **7. RECOMENDACIONES**

- Contar con 1 o 2 cuadrillas encargadas del manejo de las zonas que se encuentran aisladas por la cuarentena sometida debido a la fácil propagación de la bacteria y por el debido cuidado con la desinfección de los materiales de trabajo.
- Capacitar al personal que conforman la finca para concientizar e intercambiar ideas sobre el manejo de *Ralstonia* para aprovechar su experiencia por su dedicación en el trabajo en el sector bananero
- Tomar botalón vacío para botar los vástagos que son una de las fuentes principales de propagación de la bacteria, y tratarlo como si fuera un foco.
- Dejar claro al grupo administrativo y a los operarios que conforman la empresa que se tiene que respetar una cuarentena de 6 meses para probar si los botalones o focos tratados están aptos para siembra.
- Cuando se realice monitoreo de las zonas aisladas tratar de estar con el acompañamiento de los coordinadores a cargo y dejar constancia por escrito que haga referencia de la explicación de la tarea otorgada para mantenimiento de las zonas que se encuentran en cuarentena

## BIBLIOGRAFÍA

- Agronet. (2019). Producción agrícola nacional. Recuperado el 30 de octubre de 2020, de <https://agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx>
- Álvarez, E. A., Pantoja, A., Gañán, L. y Ceballos, G. (2015). Current status of Moko disease and black Sigatoka in Latin America and the Caribbean, and options for managing them. CIAT publication No. 404. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.
- Álvarez, E. A., Pantoja, A., Gañán, L. y Ceballos, G. (2013). Manejo del Moko en America Latina y el Caribe Brochure. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Cali, Colombia.
- Álvarez, E., Grajales, C. X., Villegas, J. y Loke, J. B. (2002). Control del mildew polvoso (*Sphaerothe capannosa* var. *rosae*) en rosa (*Rosa* sp.), usando un lixiviado de compost del raquis de plátano (*Musa* AAB). *Revista Asocolflores*, 62, 41-47.
- Arenas, A., López, D., Álvarez, E., Llano, G. y Loke, J. (2004). Efecto de prácticas ecológicas sobre la población de *Ralstonia solanacearum* Smith, causante de Moko de plátano. *Fitopatol. Colom.* 28(2), 76-80.
- Asociación Nacional del Café - Anacafé. (2004). *Cultivo de banano*. Anacafe. Recuperado el 30 de octubre de 2020, de [https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Cultivo\\_de\\_banano](https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Cultivo_de_banano)
- Castañeda-Sánchez, D. A. y Espinosa-Orrego, J. A. (2005). Comportamiento e impacto de la enfermedad de Moko en la zona de Urabá (Colombia), en las últimas tres décadas y media y propuesta de un índice de riesgo de la enfermedad. *Rev. Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 58(1), 2587-2599.
- Chagüezá-Villareal, Y. (2011). Alternativas biológicas para el control de nematodos fitoparásitos en cultivo del plátano. [tesis de M.Sc., Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/8666>
- Espinal, C. F., Martínez-Covaleda, H. J. y Peña-Marín, Y. (2005). La cadena del banano en Colombia: una mirada global de su estructura y dinámica, 1991-2005. Documento de Trabajo No. 61. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR, Bogotá, Colombia.
- Fernández-Larrea, O. (2001). Microorganismos antagonistas para el control fitosanitario. *Rev. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 62, 96-100.
- Gómez, E., Álvarez, E. y Llano, G. (2006). Variabilidad de *Ralstonia solanacearum* raza 2, agente causante del Moko del plátano en Colombia. *Fitopatol. Colom.* 30(1), 1-7.
- HAIFA - Pioneering the future (2013). Recomendaciones nutricionales para banana. Recuperado el 30 de octubre de 2020, de [https://www.haifagroup.com/spanish/files/Spanish\\_website/Publications/Banana\\_Spanish.pdf](https://www.haifagroup.com/spanish/files/Spanish_website/Publications/Banana_Spanish.pdf)

- Hayward, A.C. y Hartman, G. L. (1994). Bacterial wilt: the disease and its causative agent, *Pseudomonas solanacearum*. En *Bacterial wilt: the disease and its Causative Agent, Pseudomonas solanacearum* CAB Internacional inassociation, Wallingford.
- Hayward, A. C. (1991). Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomona solanacearum*. *Annual Review Phytophatology*, 29, 64-87. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.py.29.090191.000433>
- Hernández, Y., Mariño, N., Trujillo, G. y Urbina de Navarro, C. (2005). Invasión de *Ralstonia solanacearum* en tejidos de tallos de tomate (*Lycopersi conesculentum* Mill). *Rev. de la Facultad de Agronomía*, 22(2), 185-194.
- Hernández, R. (2016). Incremento en los niveles de la enfermedad de Moko en la zona bananera de Urabá.
- Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. (2016). Control y erradicación de la enfermedad del Moko del plátano en Puerto Guzmán. Recuperado el 30 de septiembre de 2020, de <https://www.ica.gov.co/Noticias/Agricola/EI-ICA-hace-control-y-erradicacion-de-la-enfermedad.aspx>.
- Lobo, M. (2016). Acompañamiento a la aplicación de la técnica “drench” en plantaciones de banano (*Musa Balbisiana* L.) de exportación en la finca el antojo, Apartadó-Antioquía. [Trabajo de grado pregrado, Universidad de Córdoba], Montería, Colombia.
- López, A. y Espinosa, J. (1995). Manual de nutrición y fertilización del banano. *International Plant Nutrition Institute - IPNI, Corporación Bananera Nacional*, Queretaro, México. 82p.
- Mainer, Y. (2009). Control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) del plátano con productos naturales (Lixiviado y Antagonistas). [Tesis de M.Sc. L'Institut National d'Horticulture et de Paysage]. l'Université d'Angers, Francia. 70p.
- Martínez, G. y García, R. (2003). Manejo de la enfermedad del Moko o ereke en el cultivo del plátano para la Orinoquia colombiana. Boletín divulgativo No 9. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Tibaitatá, Mosquera, Colombia.
- Munar-Vlvas, O. J., Morales-Osorio, J. G. y Castañeda-Sanchez, D. A. (2010). Use of field-integrated information in GIS-based maps to evaluate Moko disease (*Ralstonia solanacearum*) in banana growing farms in Colombia. *Crop Protection*, 29(9), 936-941. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2010.04.021>
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria - SENASICA. (2016). Moko del plátano (*Ralstonia solanacearum* raza 2 Smith). Dirección General de Sanidad Vegetal – Programa de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria, México. Ficha Técnica No. 3. 26p.
- Sanclemente-Zea, G. H. (2019). Diseño de instrumentos para la aplicabilidad del pago por servicios ambientales como mecanismo de compensación de los efectos ambientales que genera la actividad bananera en los humedales del Río León en el Municipio de Apartadó. [Tesis de M.Sc. Pontificia Universidad Javeriana].

- Systemwide Program on Integrated Pest Management - SP-IPM. (2008). Incorporating integrated pest management into national policies. IPM Research Brief No. 6. SP-IPM Secretariat, International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria.
- Stover, R. H. 1972. Banana plantain and abaca disease. Commonwealth Mycological. Valencia-Valencia, L., Álvarez-Cabrera, E. y Castaño-Zapata, J. (2014). Resistencia de treinta y cuatro genotipos de plátano (*Musa* AAB) y banano (*Musa* AAA) a cinco cepas de *Ralstonia solanacearum* raza 2 (Smith). *Rev. Agronomía*, 22(2), 21-34.
- Yabuuchi, E., Kosato, Y., Yano, I., Hotta, H. y Nishiuchi, Y. (1995). Transfer of two *Burkholderia* and an *Alcaligenes* species to *Ralstonia* gen. Nov.: Proposal of *Ralstonia pickettii* (Ralston, Palleroni and Doudoroff, 1973) comb. Nov., *Ralstonia solanacearum* (Smith, 1986) comb. Nov. and *Ralstonia eutropha* (Davis, 1969) comb. Nov. *Microbiol. Immunol.* 39(11), 897-904.

## ANEXOS

**Anexo 1.** *Pediluvios artesanales*



**Anexo 2.** *Plantas inyectadas*



**Anexo 4.** *Racimos extraídos de los focos*



**Anexo 3.** *Marcaciones de los focos*





**Anexo 5. Plantas muertas**



**Anexo 6. Recolección de Plantas muertas**



**Anexo 7. Control de malezas**



**Anexo 8. Preparación de herbicida**



Anexo 9. Capacitaciones



Anexo 10. Constancia de capacitaciones

PLANTACIONES CHIRIQUÍ S.A.S.  
NIT. 900.157.891-1  
LISTADO DE ASISTENTES

FECHA: 08/05/2023 HRS. 08:00 AM LUGAR: C.C. DISTRITO  
TEMA: TENDENCIAS, DESARROLLO DE CONTROLES DE MANEJO  
VENIDOR: S.A. CALABAZA FINO S.A.S. MUNICIPIO  
VALLEABRAZ  
VALLEABRAZ

PROFESOR: J. Daniel Rueda Torres

ORDEN	NOMBRES Y APELLIDOS	CC	FIRMA
01	ANA TEODORA SOTO	105230334	[Firma]
02	ANITA ROSARIO SOTO	105230334	[Firma]
03	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
04	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
05	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
06	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
07	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
08	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
09	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
10	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
11	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
12	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
13	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
14	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
15	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
16	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
17	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
18	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
19	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
20	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
21	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
22	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
23	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
24	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
25	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
26	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
27	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
28	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
29	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
30	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
31	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
32	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
33	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
34	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
35	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
36	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
37	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
38	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
39	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
40	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
41	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
42	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
43	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
44	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
45	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
46	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
47	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
48	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
49	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
50	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
51	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
52	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
53	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
54	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
55	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
56	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
57	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
58	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
59	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
60	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
61	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
62	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
63	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
64	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
65	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
66	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
67	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
68	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
69	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
70	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
71	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
72	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
73	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
74	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
75	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
76	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
77	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
78	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
79	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
80	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
81	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
82	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
83	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
84	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
85	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
86	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
87	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
88	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
89	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
90	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
91	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
92	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
93	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
94	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
95	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
96	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
97	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
98	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
99	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]
100	DIANITA SOTO	105230334	[Firma]

DIANITA SOTO